

アサマ
NEWS

パトナ

2024-5 No.220

食品の微生物変敗と 防止技術

(59) 海鮮丼の微生物変敗と制御

1. 海鮮丼の歴史と特徴

1. 1 海鮮丼の歴史

海鮮丼は戦後に誕生した料理で、北海道、東北など北日本から全国に広まった。江戸前の散らし寿司から派生したものという説もある。江戸前寿司における散らし寿司は、酢飯に握り寿司用の種を飾り乗せた料理であるが、海鮮丼は一般に酢を加えない温かい白飯を用いる。ただし酢飯を用いたものを海鮮丼と呼ぶこともあり、両者の区別は曖昧である。また、海鮮丼とは、魚介類の刺身を載せた丼であり、広義の海鮮丼はマグロ丼やイクラ丼といった単品のみの丼を含むこともあるが、狭義の海鮮丼は赤身魚、白身魚、イカやタコやエビなどの魚介類、そしてイクラやウニなどを載せるのが特徴である。よく使用されるのはマグロ、ホタテ、サーモン、イカ、エビ、タコ、カニ、イクラ、ウニ等である。味付けされていない生魚の刺身が用いられる場合は、わさび醤油を全体に振りかけたり、手塩皿に取った醤油を種にその都度つけながら食べる。マグロ丼の鉄火丼はマグロの刺身を酢飯に盛る。かつて江戸～明治にかけて日本各地と北海道を結んだ北前船があり、海鮮丼を大きく発展させた。海鮮丼の代表的な場所としては、北海道、三重県志摩半島、大分県日豊海岸である。北海道の海鮮丼はホタテ、ウニ、カニ、サケ、イクラ、タコの載った丼である。このようにこれらの地域には郷土料理から生まれた海鮮丼がある。代表的な海鮮丼は三浦丼、炒り海鮮丼、駿河丼、勝手丼、能登丼と全国にある。福井県では越前カニ、アジ、鯛、ブリ、イカ、甘エビ、ウニ、サザエの載った海鮮丼がある。石川県の海鮮丼はエビ、カキ、カニ、アジ、ブリが載った丼である。酒粕やバターなどを加えてコクを出すこともあり、鮮度の高いウニやイクラ、ホタテを丼飯に載せる。菜味はネギ、大葉、ショウガ、刻み海苔などである。

1. 2 海鮮丼の特徴

海鮮丼とは、白飯の上に魚介類の刺身などを盛りつけた丼物をいう。東丼は醤油漬けにしたマグロの刺身を白飯に盛る。ウニ丼はムラサキウニ、バフンウニ等の生ウニを白飯に盛る。イクラ丼は塩漬けまたは醤油漬けのイクラ、カニ丼はズワイガニ、ケガニ等のむき身の茹でたカニ、エビ丼はアマエビ、ボタンエビ等のむき身の生エビ、イカ丼はヤリイカ、スルメイカの刺身、サバ丼は関サバを白飯に盛る。旬の魚介類を飯の上に豪快にのつけた海鮮丼。コチュジャンを使った韓国風のユッケマグロ丼等種類は多い。海鮮丼は濃厚な旨みと甘味のある甘エビ、なめらかな舌触りのマグロ、脂がのったサーモン、歯ごたえのあるイカが特徴である。タイとマグロの造りの付着細菌はタイの方が多い。これは、タイの調理加工の工程の数がマグロよりも多いことに起因する。一般的な海鮮丼の具材にはタンパク質、

ビタミン、ミネラルなど含まれており、栄養価が高いので、エネルギーカットするには飯の量を減らすか具材を選択することが大切である。具材にはイカ、エビ、ホタテなどの淡泊な魚介類を選択する。

2. 海鮮丼の微生物変敗と制御

2. 1 海鮮丼の具材の微生物

海鮮丼の代表的な低温細菌には、*Pseudomonas*や*Vibrio*などが存在し、生鮮海鮮丼の変敗と関係した細菌が多い。冷蔵して腐敗した魚介類から多くのグラム陰性桿菌を分離し、そのほとんどは*Pseudomonas*であった¹⁾。微生物の増殖は、pHの影響を強く受け、pH5.5を境にして増殖できる微生物の種類が変化し、pH5.0以下になると低温細菌の増殖は止り、代わって低いpHでも生育が可能な*Lactobacillus*が増殖する。魚介類を酢で締めると、pHが下がり変敗原因菌の*Pseudomonas*や*Vibrio*などは増殖できなくなり、一方、*Clostridium botulinum*はpH4.6まで発育できる。貝には*Vibrio parahaemolyticus*、*Norvirus*が含まれているが、アサリ、シジミ、ホタテ貝より多種類の*Clostridium*の菌種が分離され、特に*C.perfringens*が高率に検出された。また、*C.bifermentans*、*C.sporogenes*、*C.hastiforme*、*C.oceanicum*などが検出されており、貝類の鮮度の低下または保存条件によって変敗が早くなることが推察される。貝類の保存には注意が必要である。またこれらの*Clostridium*の殆どは、75℃、15分に耐熱性であったことから芽胞型であり、貝類に広く生息していることが示唆された²⁾。通常、エビの表面には $1.0 \times 10^2 \sim 1.0 \times 10^6/\text{g}$ の細菌が付着し、漁獲後内部に侵入する。またエラの中にも多くの微生物が存在し、内臓内には $1.0 \times 10^2 \sim 1.0 \times 10^4/\text{g}$ の細菌が存在し、死滅後急激に増殖する。新鮮なエビの体表面の粘液中および筋肉内に常に存在する細菌を通して*Achromobacter*、*Micrococcus*、*Flavobacterium*、*Pseudomonas*、*Escherichia coli*があるが、これらの微生物は環境により変化し、季節により変化する。特に頭を除去したエビは自己消化が激しいので微生物の増殖が著しい。エビなどの甲殻類の細菌は筋肉のみならず甲殻のキチンを分解する*Micrococcus*、*Mycobacterium*が存在する。マグロ、サンマ、カツオ、アジ、サバ、イワシ、ブリなどの赤身の魚の筋肉中にヒスチジンが多く含まれており、魚肉中のヒスチジンをヒスチジン脱炭酸酵素によりヒスタミンに変換して食中毒を発生する。代表的な菌として*Morganella morganii*、*Raoultella planticola*、*Hafnia alvei*、*Photobacterium phosphoreum*がある³⁾。

2. 2 海鮮丼の微生物変敗

海鮮丼の飯に、*Penicillium*の青いカビが混入していた例がある。飯の上に載せる海鮮の種類は多く、マグロ、ホタテ、サーモン、イカ、エビ、カニ、タコ、イクラ、ウニ、カジキ、サワラ等があり、いずれも微生物は多いので鮮度が悪いと微生物変敗する。海鮮丼の微生物変敗を表1に示した。マグロの赤身の他に中落ちも具としてよく知られている。酢飯の上に魚介類を載せて、わさびおろしを添え、海苔をあしらう鉄火丼、魚介類を酢飯に盛る丼には、イカ丼、

ウニ井、カニ井、イクラ井があるがいずれも魚介類の鮮度が微生物変敗を決定する。甲殻類の腸内細菌叢は *Vibrio*、*Pseudomonas*、*Coliforms* などの好気性又は通性嫌気性の細菌が優占する⁴⁾。

表1 海鮮丼の微生物変敗

変敗現象	原因菌	防止対策
発光	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	二次汚染防止、環境殺菌
青白い燐光	<i>Photobacterium phosphoreum</i>	一次汚染防止、原料選択、原料殺菌
酸敗	<i>Lactobacillus plantarum</i>	一次汚染防止、原料選択、原料殺菌
シンナー臭	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	二次汚染防止、環境殺菌
酸臭	<i>Lactobacillus alimentaris</i>	一次汚染防止、原料選択、原料殺菌
ヒスタミン生成	<i>Morganella morganii</i>	一次汚染防止、原料選択、原料殺菌
酸味	<i>Lactobacillus pentoceticus</i>	一次汚染防止、原料選択、原料殺菌

鉄火井は関東で考案された井で、マグロの赤身を酢飯の上に載せたもので、ワサビおろしを添え、刻み海苔をあしらう。マグロの赤身が、鉄を熱して真っ赤になった焼きがんと連想させるところからこの名がついた。鉄火井はマグロの赤身を使った淡泊な味であるが、マグロの中落ちを井に盛ったものもあり、中落ちに醤油をまぶし、青ジソの千切りを載せ、ワサビともみ海苔をあしらう。中落ちとは中骨の周りに残り、骨についている部分で脂ののっている部分である。骨から中落ちを取る工程があるので付着微生物は多い。マグロの一般生菌数は $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^4$ /g であるがその他の海鮮は $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^5$ /g と多い。これはマグロがブロックから造りに加工されることが多いのに比べて、他の海鮮は皮引き、三枚卸し等の加工工程を経て造りに加工されるため、調理器具を介して細菌の二次汚染が多いためと考えられる。その他の海鮮井には、イカ井、ウニ井、カニ井、イクラ井がある。低温で海鮮丼を保存すると *Pseudomonas fluorescens* により卵の部分が発光し、低温細菌 *Photobacterium phosphoreum* が増殖し、青白い色の燐光を発する。健康な魚類の場合も筋肉や体液は無菌であるが、表皮やエラ、消化管内には多数の細菌が存在している。その数は漁場や季節、魚種などによって異なるが、一般に皮膚には $1.0 \times 10^2 \sim 1.0 \times 10^5$ /cm²、エラでは $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^7$ /g、消化管の内容物では $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^{10}$ /g である。魚介類の表面に付着している細菌は生息水域のフローラを反映して *Pseudomonas*、*Altermonas*、*Vibrio*、*Moraxella* が主である。また、消化管内の細菌は海産魚では *Vibrio*、淡水魚では *Aeromonas* と腸内細菌が多い。また一部の淡水魚では腸管内の優占種 *Cetorobacterium somerae* や *Clostridium* の細菌が検出される。

海鮮丼は魚介類に由来する *Vibrio parahaemolyticus*、*Morganella morganii*、*Pseudomonas*、*Flavobacterium*、*Salmonella*、タレに起因する *Lactobacillus plantarum*、*Enterococcus faecalis*、*Bacillus subtilis* によって二次汚染される可能性がある。

ズケ井は醤油をベースに昆布ダシ、味醂、酒などを加えた特製のタレで漬けたネタは、銀サケ、ホッキ、ホタテなど、季節の食材を使用し、ネタと飯の間に敷いた刻みガリが特徴である。食材は二百種以上と云われ、マコガレイ、金目タイ、松川カレイ、銀サケ、アイナメ、カンパチ、ホタテ、イクラであり、白身魚の代表種であるヒラメ、カレイ、スズキ、タイが特徴である。ズケ井の微生物は魚介類に起因する *Vibrio parahaemolyticus*、*Morganella morganii*、*Pseudomonas*、*Flavobacterium* である。

テイクアウト井は長時間テイクアウト魚介の切り身を持ち歩くことで、食中毒菌が増えやすい温度帯（約20～50℃）におかれてしまうので、夏場は気温が高いため、魚介類の切り身が *Vibrio parahaemolyticus*、*Streptococcus aureus*、*Pseudomonas*、*Flavobacterium* に二次汚染されて傷んでしまう原因にもなる場合がある。

マグロの刺身には、*Vibrio*、*Pseudomonas*、*Moraxella*、*Achromobacter*、シラスには *Vibrio parahaemolyticus*、*Pseudomonas*、海藻には *Pseudomonas*、*Enterococcus*、*Micrococcus* が付着している場合がある。*Vibrio parahaemolyticus* がつくるタンパク質毒素である耐熱性溶血毒は、加熱によって菌が死滅しても耐熱性溶血毒はその後の温度変化によっても、一旦失った毒性を回復する（アレニウス効果）。

海鮮丼は飯の上には、メバチマグロ、炙りメカジキ、釜揚げシラス、天ぷら（ナス・カボチャ）、玉子焼き、大葉、カイワレ、ワサビが載っており、メバチとシラスが入っているので微生物は多く付着している可能性がある。釜揚げシラスを載せた井ものを一般にシラス井と呼んでいる。また、カタクチイワシやマイワシの稚魚であるシラスはプランクトンが豊富な駿河湾の特産であり、水揚げそのままの生シラス井はシラスの微生物が多く、早く変敗するので調理後1～2時間しか食べられない。

2. 3 海鮮丼の微生物変敗防止

海鮮丼の保存期間は常温で1～2時間、冷蔵で1～2日、冷凍で1～2週間である。海鮮丼などの生魚による食中毒は *Vibrio parahaemolyticus*、*Salmonella*、*Listeria*、*Norovirus* が主原因となる場合が多い。カキで起こる食中毒の原因として代表的なものが *Norovirus* であり、*Norovirus* は11～2月を中心に発生し、カキ以外の食品でも起こるが、*Norovirus* による食中毒のうち全体の約10%がカキが原因で引き起こされたと考えられている。*Norovirus* の潜伏期間は24～48時間で、激しい腹痛や吐き気、嘔吐、下痢といった症状を引き起こす。2020年1月22日札幌で出前海鮮丼を喫食した13人が嘔吐や下痢を呈する食中毒になり、原因菌は *Norovirus* とされた。*Norovirus* は二枚貝に多く存在しており、汚染された二枚貝を食べたり、感染者の糞便や嘔吐物から人の手などに付着し、二次的に経口感染してしまうことがほとんどである。

原因となる魚類はカキ、アサリ、ハマグリが多い。*Norovirus* は海水中に存在し、これらの貝はエサであるプランクトンを摂取するために大量の海水を吸い込み、この時に海水中の *Norovirus* を一緒に身体に取り込む。

また、*Vibrio parahaemolyticus* は海に生息する食中毒菌のため、魚介類やその加工品に存在している場合がある。潜伏期間は8～24時間ほどで、感染すると腹痛や嘔吐、下痢、発熱を引き起こす。海水など塩分のある環境でしか生きられないため、真水でよく洗うことで感染予防になる。*Vibrio parahaemolyticus* は海水温度や気温が上昇すると増殖し魚介類に付着して運ばれる。本菌による症状は下痢、腹痛、嘔吐、発熱である。他の細菌に比べて増殖速度が速く、海鮮丼を早く変敗させる。鮮魚は体色が鮮やかでありツヤがある。

Norovirus の場合は、カキが旬を迎える11～2月を中心に発生し、一方、*Vibrio parahaemolyticus* が原因となる場合は、海水温が上昇する5～6月から増加し、7～9月に最も発生しやすい。この時期の海鮮丼は食中毒を発生しやすい。*Norovirus* や *Vibrio parahaemolyticus* による食中毒を予防するためには、加熱することが有効である。加熱をするときには、魚介類の中心部まで温度が上がるまで加熱し、*Norovirus* は中心温度が85～90℃で90秒以上、*Vibrio parahaemolyticus* は中心温度が60℃以上で10分以上の加熱で死滅する。

Vibrio parahaemolyticus による食中毒の原因海鮮はイカ、タコ、アジなどの近海産魚介類の刺身、寿司、たたきによるものが多いが、その他に魚のテンプラやフライ、塩焼きの加熱不足のものが多い。

低塩分のイカの塩辛（塩分2.0%）による食中毒が発生している。また生の魚介類を扱った調理器具、食器、手指を介して二次汚染の原因になる。

Vibrio parahaemolyticus による食中毒が6～9月に集中しているのは、本菌が中温好塩性で、特に夏季の海洋に生息

するため夏場の魚から汚染されたものが多い。また本菌は最適生育条件は30～37℃、食塩濃度2～3%、pH7.5～8.5であり、世代交代時間が10分以下と短い。*Vibrio parahaemolyticus*対策は漁獲後の魚介類の洗浄には*Vibrio parahaemolyticus*汚染のない海水で洗浄し、また加工には飲料適の水を用い、調理前に真水で洗浄することも必要である。本菌は10℃以下ではほとんど増殖できないので加工時に低温にすることが必要であるが、海鮮丼に調理された後に増殖する、また二次汚染も多く発生しているが、熱に弱く60℃で10分以内で死滅する。

魚介類は、どれだけ新鮮なものでも、購入後はすぐに冷蔵庫に入れ、調理の際は、必ず真水でよく洗う。現在知られている*Norovirus*の唯一の保有体はヒトのみである(2010年4月 食品安全委員会 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル及び今後の課題⁵⁾)。*Norovirus*食中毒の原因として特定されているものは、貝類(二枚貝)、刺身、すしなどの魚介類を含む食品、サラダなどの生野菜、餅、菓子、サンドイッチ、パンなどの炭水化物がある。つまり、保菌者のヒトから食品への食物連鎖を通じてかあるいは調理場などで二次汚染を通じて起っている。

*Norovirus*は熱に弱いので、食品の中心まで熱が通るように、中心温度85～90度以上で90秒間以上加熱する。カキなどを調理した際は、他に汚染しないよう配慮し、また調理器具は使用後、洗浄・殺菌する。80度以上の熱湯で5分間以上か、次亜塩素酸ナトリウム、オゾンによる殺菌が有効である。

イカ、タコ、カツオ、サンマ、イワシ、マグロ、サバ、アジ、ブリ、キス、ホッキ、カニ、フグ、タコに付着する微生物は種々であるが、鮮度により菌数は大きく変動する。

海鮮丼の微生物変敗は生の魚介類を扱った調理器具や手指を介して二次汚染された海鮮が汚染源となる。これらの菌は多くは塩分を好み、真水では生育できないために真水で洗浄する。または熱に弱く60℃以上10分間以上の加熱で死滅するが多い。海鮮丼の*Norovirus*の感染経路は、汚染されたカキなどの二枚貝の摂食、海鮮丼調理人による食材の汚染、従業員からの汚染があるが、原因食品となりやすい貝類の生食を避け、85℃で1分間加熱することが効果的であり、また二次汚染制御には手洗いやうがいがある。また、海鮮丼は生食可能な魚介類を用いて調製する丼であるので適切な下ごしらえと清潔な調製環境で行うことが変敗リスクを低下させることができる。魚介類は魚の表面やエラの周りに微生物が多いので水洗と素早くさばくことが大切である。

海鮮丼の季節別の具材を表2に示した。マグロ、ブリ、ハマチ、カンパチ、タイ、エビなどは下味をつけて冷凍で保存し、カツオ、サバ、アジは微生物が多く早く変敗するのでその日にしか食べられない。イカ、タコ、ホタテは水分が少ないため冷凍に向いており、下味をつけて冷凍する。また、魚介類の殺菌にはオゾンが多く用いられている^{6, 7)}。

表2 季節別海鮮丼の具材

季節	具材
春	エビ、カニ、カキ、ホヤ、マス、アンコウ、タコ
夏	カレイ、ホヤ、ホタテ、カキ、ウニ、イカ、エビ、シジミ、カツオ
秋	イカ、カツオ、サンマ、イワシ、スジコ、サケ、マグロ、サバ、アジ
冬	イカ、マグロ、ナマコ、アンコウ、タラ、ブリ、キス、ホッキ、カニ、フグ、タコ

慢性胆管炎のある高齢者が数種類の生魚の切り身を含んだ海鮮丼を喫食後、*Shewanella alge*菌血症と化膿性椎体椎間板炎を発症した⁸⁾。

文献

- 1) 奥積昌世、堀江 進、木村正幸、赤堀正光、川前正幸：冷蔵海産魚の腐敗細菌(第3報) グラム陰性桿菌の群別について、食衛誌、34:81-89 (1973)
- 2) 小林とよ子、上野一恵：貝類における*Clostridium*属の分布に関する研究、食品と微生物、1:119-125 (1984)

- 3) 神吉政史、石橋正憲、依田知子、塚本定三：赤身魚におけるヒスタミン生成菌の汚染状況、日食衛誌、21:216-220 (2004)
- 4) 上田龍太郎、杉田治男、出口吉昭：沿岸甲殻類から分離した*Vibrio*属細菌の分類学的研究、日本大学農獣医学部学術研究報告、45:227-235 (1988)
- 5) 安全委員会：食品健康影響評価のためのリスクプロファイル及び今後の保護、食品中のノロウイルス 2010年、4月 (2010)
- 6) 原口達一、清水 潮：オゾンによる鮮魚の保存、日水誌、35:915-919 (1969)
- 7) 内藤茂三：『増補食品とオゾンの科学』、建帛社 (2018)
- 8) 清水恒弘、松村康：生魚を喫食後に発症した*Shewanella alge*菌血症／化膿性椎体椎間板炎の1例、感染症学雑誌、83:553-556 (2009)

(内藤茂三 食品・微生物研究所)

漬物の冷凍流通

漬物における低温処理・低温流通の目的は、微生物の生育を抑制し、保存性向上を図ることであるが、加えて変色、褐変などの化学的、酵素的劣化を抑制することも目的の一つである。

冷凍による微生物抑制および品質保持は、主に浅漬のように低温で漬けられた非加熱殺菌の漬物に対しては有用な技術の一つであるが、解凍後に軟化する場合が多く、冷凍が可能な漬物は限られるのが現状である。一般的に繊維質が多い野菜を原料に製造された漬物が冷凍に向いている。

冷却循環装置による低温下漬

冷却水循環装置¹⁾は一般的に「チラー」と称されるもので、1本のタンクのみを冷却するものからタンクを何台も連結して使用するものもある。図1で示すように、通常、漬物タンクの揚がり水をポンプで吸い上げ、冷凍機の付いた循環装置を通すことによって0℃程度まで冷却し、再び漬込みタンクに還流させることによって漬込みタンク内の液温を0℃近辺に保つことができる。したがって、冷蔵庫によって漬込みタンクのある部屋全体を冷却することなく、漬込みタンクそのものを個別に冷却することになるので効率的である。

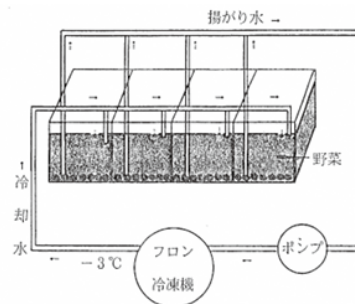


図1 タンク揚がり水冷却循環装置

冷却循環装置を用いた下漬が広く行われているが、このような下漬方法は「低温下漬」と呼ばれている。この低温下漬の利点は、高塩度で下漬された漬物原料を脱塩して製品加工を行う従来の方法ではなく、6%前後の低塩のまま一次漬込みを行うので、脱塩工程を経ることなく製品加工ができることである。したがって、余分な食塩を使用することなく、また脱塩による廃水処理も軽減できる利点がある。梅漬け、特にカリカリ梅に対しては、脱塩せずに加工できることから、硬化のためのカルシウム添加を必要とせず、風味の良い製品ができる。また、通常の下漬けでは、漬込みタンクの野菜原料の表面には、下漬け特有の産膜酵母が生育する場合が多いが、冷却循環装置を用いた場合は、低温のために産膜酵母の生育が抑制されることも利点の一つである。さらに、特筆すべきことは、漬物原料として利用されているキュウリ、ナス、ピーマンなどの低温障害に弱い野菜は、生鮮のままでは冷蔵することが困難であるが、5℃以下で冷却循環装置による下漬けを行うことによって、新鮮度を保ったまま保存できることである。すなわち、原料生野菜を低塩で下漬けにすると、いわゆる「塩ごろし」によって野菜細胞の生活作用が停止するので、低温障害を

起こさずに冷蔵できることになる。また、食塩水は食塩濃度に応じて氷点が降下するので0℃以下の状態になっても凍結することなしに冷蔵することも可能である。通常、低塩低温下漬けで保存される野菜は3%前後の低塩であることから、そのまま浅漬けやサラダなどの原料に使用することも可能である。この保存方法は、実際にたくあん用ダイコン、野沢菜漬、高菜漬、広島菜漬の下漬け塩蔵で効果のあることが実証されている。

冷凍処理・保存

ダイコン、ナス、カブなどの漬物原料となる下漬塩蔵野菜を凍結したものを解凍した場合は、ドリップを生じ、野菜組織がスポンジ化する現象を起こす。したがって、このような塩蔵野菜を凍結することは一般的には不向きである。しかしながら、広島菜や高菜、野沢菜などのように繊維質が豊富な野菜の場合は、解凍後のドリップが比較的少なく、テクスチャーも良好な場合が多いことから、冷凍保存が行われている。

漬物の冷凍保存は、エアープラスト凍結法によって漬物を急速凍結することによって行われる。冷凍貯蔵温度は一般的に-25℃以下で行われている。漬物の冷凍保存は、1965年頃広島菜漬で最初に行われ、その後、野沢菜漬、高菜漬へと利用が拡大した。高波らや中島らの報告^{2, 3)}によると野沢菜の凍結貯蔵においては、食塩濃度8%以下の低塩で漬けたものを冷凍した場合はドリップが多く、食塩濃度9~11%で塩漬けし、-30℃で凍結したものはドリップが少なく、実用的にも問題がないことを報告している。

河口らは、徳島県産の野沢菜漬における長期の冷凍貯蔵に関して検討を加えている。10ヵ月間にわたる長期保存を行った場合、歩留まりは-20℃の冷凍区は70%で-3℃の冷凍のものと比較して30%も減少していたが、色調、香りについてみると-3℃保存では、変色が進行し、酸味臭の発生も認められたという。一方、-20℃で保存したものは色調も良好で、また、香りの点においても好ましい結果が得られたことを報告している⁴⁾。

高谷らは、広島菜漬の3および6か月間冷凍貯蔵した場合のミネラルとビタミンCの変化について調べ、表1で示すように凍結温度の高い-10℃のほうが漬液への灰分とCaの溶出が多い傾向のあること、ビタミンCは-10℃では著しく減少したが、-20℃では僅かしか減少していないことから広島菜漬の冷凍貯蔵は-20℃以下が望ましいとしている⁵⁾。広島菜漬の風味形成に重要な役割を果たしている揮発性からし油は、原料の広島菜に含まれているからし配糖体が塩漬工程において、自家酵素の作用によって生成される。この揮発性からし油に由来する風味が広島菜漬を特徴づけている。したがって、歯切れなどのテクスチャーの保持と同様に揮発性からし油の保持技術が重要な課題となっている。そのような背景の下で広島菜漬の特徴である揮発性からし油の変化についても検討を行っている。広島菜漬の塩漬工程および-30℃で1年間冷凍貯蔵した後の揮発性からし油の濃度について調べた結果、荒漬時に濃度が最高になり、中漬、本漬と進むにつれ次第に減少することを明らかにしている。また、高菜漬の冷凍保存温度と風味の保持との関係について検討を行い、-30℃で6ヵ月保存した後の高菜漬に残存しているからし油を100%として比較した場合の残存量は、-10℃では15.5%、-5℃では0.1%となり、冷凍貯蔵の温度が高くなると著しく減少し、-5℃保存では6ヵ月後にはほとんど消失することを明らかにしている⁶⁾。大西は組織が軟弱で冷凍保存が不可能といわれ

ているダイコンをモデルとしてテクスチャーになるべく影響を及ぼさない塩漬および冷凍保存条件について検討を加え、その結果を報告している。食塩濃度を変えてダイコンを塩漬し、その後、-20℃で冷凍保存したものを解凍した場合のテクスチャーに及ぼす影響について調べたところ、凍結した場合よりもテクスチャーの劣化が少ないとされている部分凍結状態であった食塩濃度15%区でも最大果汁は3分の2に減少し、浅漬のような0~5%程度の食塩濃度では、解凍後のテクスチャーの劣化が激しく、最大荷重は冷凍前の3分の1になったことを報告している。また、最終食塩濃度が20%のものは、漬け液とともに冷凍したものは、-20℃でも凍結しなかったのに対し、漬け液を除いて冷却した場合は、部分凍結状態になっており、テクスチャーも冷凍前の半分以下に劣化しており、これは、氷結に当たって、水分が食塩を排除しながら凍結したためダイコン内部の食塩濃度が低くなったためであるとしている⁷⁾。このように、ダイコンなどのような組織の軟弱な野菜を損傷なく冷凍保存するためには、食塩濃度がほとんど飽和に近い状態で塩漬することが必要であることを考えるとこれらの野菜の冷凍保存は大変困難であるといえよう。

表1 広島菜浅漬の凍結貯蔵によるミネラル及びビタミンの変化

項目	灰分%	Ca mg/100g	P mg/100g	Fe mg/100g	糖身(mg/100g)	TVC	RVC	OVC	TVC	RVC	OVC
試料	灰分	中助	灰分	中助	灰分	中助	灰分	中助	TVC	RVC	OVC
3か月	4.3	3.3	102.6	93.1	39.5	38.7	1.4	0.6	52.8	1.7	51.1
-10℃ 同漬液	5.4		92.4		23.7		0.2				
貯蔵 6か月	4.6	3.5	93.3	77.5	36.3	33.8	1.4	0.5	18.9	1.8	17.1
同漬液	4.7		59.3		20.4		1.2				
3か月	4.9	3.3	140.6	100.4	28.5	28.3	1.1	0.4	53.2	2.5	50.7
-20℃ 同漬液	5.1		90.1		29.5		0.2				
貯蔵 6か月	4.5	2.8	100.5	78.3	42.2	34.6	1.3	0.5	44.4	3.9	40.5
同漬液	4.1		48.1		13.6		1.0				

TVC：全ビタミンC RVC：還元型ビタミンC OVC：酸化型ビタミンC

以上のことから、塩漬野菜の冷凍保存は、繊維が多く水分の少ないものは実用化が可能であるが、組織が軟弱な野菜の冷凍保存は困難と思われる。冷凍保存が可能な野菜においては、解凍後のドリップの問題がなければ野菜の色沢やビタミンなどの栄養成分の損失も少ないといわれており、さらに長期間の保存においても品質の劣化を抑制することが可能といわれている。したがって、今後は、多くの漬物に対して有効な氷点降下やドリップ防止方法を開発することができればさらに漬物の凍結保存が拡大されることが期待される。

文献

- 1) 前田安彦：食品と科学、6月号、92 (1989)
- 2) 高波修一・他、長野県食工試研報、No.250 (1974)
- 3) 中島富衛・吉田勤・高波修一・榎葉芳夫：長野県食工試研報、No.432 (1976)
- 4) 河口隆二・中西謙二・久米健市：徳島県食工試研報、No.31.19 (1983)
- 5) 高谷健市・太田義雄・江後通子：広島食工試研報、No.20.25 (1993)
- 6) 高谷健市・家花充紀・太田義雄：広島食工試研報、No.14.35 (1977)
- 7) 大西茂彦：香川食工試研報、No.90.1 (1997)

(東京家政大学大学院 宮尾茂雄)

アサマ化成株式会社

E-mail：contact@asama-chemical.co.jp

https://www.asama-chemical.co.jp

- 本社 東京 千代田区日本橋小伝馬町20-6 TEL (03)3661-6282
- 大阪営業所 大阪府大阪市西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854
- 東京アサマ化成販売 千代田区日本橋大伝馬町2-1 TEL (03)3666-5841
- 中部アサマ化成販売 名古屋市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020
- 九州アサマ化成販売 福岡県福岡市南区清水1-16-11 TEL (092)408-4114
- 桜陽化成 福岡県福岡市東区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052

- FAX (03)3661-6285
- FAX (06)6305-2889
- FAX (03)3667-6854
- FAX (052)419-2830
- FAX (092)408-4350
- FAX (011)694-3061